

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-299996
(P2000-299996A)

(43) 公開日 平成12年10月24日 (2000. 10. 24)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 2 P 6/18
7/05

識別記号

F I

H 0 2 P 6/02
7/00

テーマコード(参考)

3 7 1 S 5 H 5 5 0
5 0 1 5 H 5 6 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平11-100000

(22) 出願日 平成11年4月7日 (1999. 4. 7)

(31) 優先権主張番号 特願平11-33836

(32) 優先日 平成11年2月12日 (1999. 2. 12)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 山田 英治

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 川端 康己

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100096817

弁理士 五十嵐 孝雄 (外2名)

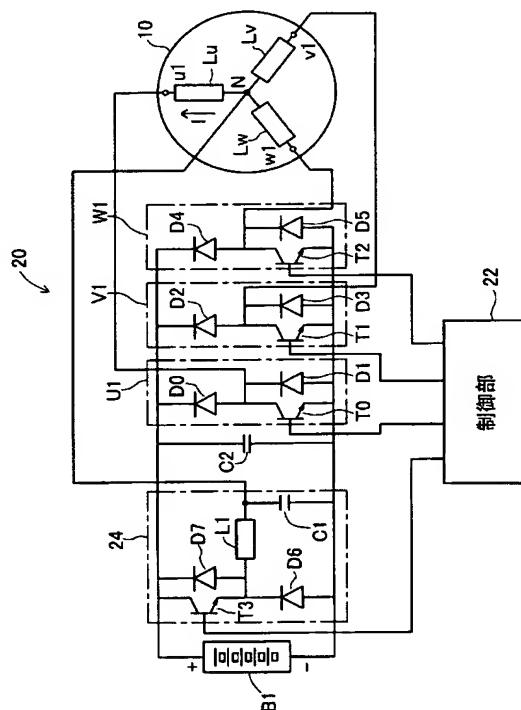
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リラクタンスモータ駆動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 スイッチング素子の数を少なくすると共に、駆動制御装置とリラクタンスモータとをつなぐ接続線の数も少なくすることが可能なリラクタンスモータ駆動制御装置を提供する。

【解決手段】 直流電源 B 1 は電源電圧 V_b として直流電圧をプラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる。DC-DCコンバータ 2 4 は電源電圧 V_b の k (但し、 $0 < k < 1$) 倍の電圧 $k V_b$ を生成して、リラクタンスモータ 1 0 における各固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の一端が共通に接続された接続点 N に印加する。各駆動部 U 1、V 1、W 1 はトランジスタ T 0、T 1、T 2 がオンすることにより、対応する固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の端子間の電圧を $-(1-k) V_b$ まで下げ、固定子巻線に電流を流し、トランジスタがオフすることによって、固定子巻線の端子間の電圧を $k V_b$ まで上げ、固定子巻線に流れていた電流を急速に減少させ、流れなくする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定子に3相以上の固定子巻線を備えたリラクタンスモータを駆動するためのリラクタンスモータ駆動制御装置であって、
 電源電圧として所定の直流電圧をプラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる直流電源と、
 各相の前記固定子巻線における第1の端子それぞれに接続される変換電圧出力端子と、前記直流電源のマイナス側端子と前記変換電圧出力端子との間に配置される第1の整流素子と、を備え、前記電源電圧から該電源電圧の k （但し、 $0 < k < 1$ ）倍の電圧を生成して前記変換電圧出力端子より出力し、各相の前記固定子巻線における前記第1の端子それぞれに印加する電圧変換手段と、
 各相の前記固定子巻線にそれぞれ対応すると共に、各々、前記直流電源のマイナス側端子にその一端が接続されるスイッチング素子と、該スイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のプラス側端子にその他端が接続される第2の整流素子と、を備え、前記スイッチング素子と前記第2の整流素子との接続点を、対応する前記固定子巻線における第2の端子に接続して成り、前記スイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第2の端子の電位を変化させ、前記固定子巻線に断続的に電流を流す複数の駆動手段と、
 複数の前記駆動手段における前記スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタンスモータの回転軸の回転角度に応じて制御することにより、前記リラクタンスモータを駆動させる制御手段と、
 を備えたことを特徴とするリラクタンスモータ駆動制御装置。

【請求項2】 固定子に3相以上の固定子巻線を備えたリラクタンスモータを駆動するためのリラクタンスモータ駆動制御装置であって、
 電源電圧として所定の直流電圧をプラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる直流電源と、
 各相の前記固定子巻線における第1の端子それぞれに接続される変換電圧出力端子と、前記直流電源のプラス側端子と前記変換電圧出力端子との間に配置される第1の整流素子と、を備え、前記電源電圧から該電源電圧の k （但し、 $0 < k < 1$ ）倍の電圧を生成して前記変換電圧出力端子より出力し、各相の前記固定子巻線における前記第1の端子それぞれに印加する電圧変換手段と、
 各相の前記固定子巻線にそれぞれ対応すると共に、各々、前記直流電源のプラス側端子にその一端が接続されるスイッチング素子と、該スイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のマイナス側端子にその他端が接続される第2の整流素子と、を備え、前記スイッチング素子と前記第2の整流素子との接続点を、対応する前記固定子巻線における第2の端子に接続して成り、前記スイッチング素子がオン／オフすることによ

り、前記固定子巻線における第2の端子の電位を変化させ、前記固定子巻線に断続的に電流を流す複数の駆動手段と、
 複数の前記駆動手段における前記スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタンスモータの回転軸の回転角度に応じて制御することにより、前記リラクタンスモータを駆動させる制御手段と、
 を備えたことを特徴とするリラクタンスモータ駆動制御装置。

10 【請求項3】 固定子に3相以上の固定子巻線を備えたリラクタンスモータを駆動するためのリラクタンスモータ駆動制御装置であって、
 電源電圧として所定の直流電圧をプラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる直流電源と、
 前記直流電源のマイナス側端子にその一端が接続される第1のスイッチング素子と、該第1のスイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のプラス側端子にその他端が接続される第1の整流素子と、を備え、前記第1のスイッチング素子と前記第1の整流素子との接続点を、各相の前記固定子巻線における第1の端子それぞれに接続して成り、前記第1のスイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第1の端子の電位を変化させる第1の駆動手段と、
 各相の前記固定子巻線にそれぞれ対応すると共に、各々、前記直流電源のプラス側端子にその一端が接続される第2のスイッチング素子と、該第2のスイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のマイナス側端子にその他端が接続される第2の整流素子と、を備え、前記第2のスイッチング素子と前記第2の整流素子との接続点を、対応する前記固定子巻線における第2の端子に接続して成り、前記第2のスイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第2の端子の電位を変化させる複数の第2の駆動手段と、
 前記第1及び第2の駆動手段における前記スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタンスモータの回転軸の回転角度に応じて制御することにより、各相の前記固定子巻線に順次断続的に電流を流して、前記リラクタンスモータを駆動させる制御手段と、
 を備えたことを特徴とするリラクタンスモータ駆動制御装置。

40 【請求項4】 固定子に3相以上の固定子巻線を備えたリラクタンスモータを駆動するためのリラクタンスモータ駆動制御装置であって、
 電源電圧として所定の直流電圧をプラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる直流電源と、
 前記直流電源のプラス側端子にその一端が接続される第1のスイッチング素子と、該第1のスイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のマイナス側端子にその他端が接続される第1の整流素子と、を備え、前記第1のスイッチング素子と前記第1の整流素子

との接続点を、各相の前記固定子巻線における第1の端子それぞれに接続して成り、前記第1のスイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第1の端子の電位を変化させる第1の駆動手段と、各相の前記固定子巻線にそれぞれ対応すると共に、各々、前記直流電源のマイナス側端子にその一端が接続される第2のスイッチング素子と、該第2のスイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のプラス側端子にその他端が接続される第2の整流素子と、を備え、前記第2のスイッチング素子と前記第2の整流素子との接続点を、対応する前記固定子巻線における第2の端子に接続して成り、前記第2のスイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第2の端子の電位を変化させる複数の第2の駆動手段と、前記第1及び第2の駆動手段における前記スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタン্সモータの回転軸の回転角度に応じて制御することにより、各相の前記固定子巻線に順次断続的に電流を流して、前記リラクタン্সモータを駆動させる制御手段と、を備えたことを特徴とするリラクタン্সモータ駆動制御装置。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のうちの任意の一つに記載のリラクタン্সモータ駆動制御装置において、

前記スイッチング素子はトランジスタから成り、前記整流素子はダイオードから成ることを特徴とするリラクタン্সモータ駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リラクタン্সモータを駆動するための技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】リラクタン্সモータは、原理的には、一種の同期モータであって、特に、固定子構造は同期モータと同じである。回転子については、同期モータの回転子と異なり、回転子の表面にモータ極数と同数の突極部を有している。この回転子は同期モータの回転子と同じ原理であるが、励磁のためのコイルや磁石を持たず、表面に持つ突極部分に発生する磁極の作用で、同期に引き入れられる。リラクタン্সモータは、他のモータに比較してコストが安いという利点がある。

【0003】このようなリラクタン্সモータは、従来では、図9に示すような駆動制御装置によって駆動されていた。

【0004】図9は従来のリラクタン্সモータ駆動制御装置の構成を示す回路図である。図9に示すリラクタン্সモータ110は、3相のリラクタン্সモータであって、固定子（図示せず）に、U相の固定子巻線LuとV相の固定子巻線LvとW相の固定子巻線Lwをそれぞれ備えている。

【0005】一方、このリラクタン্সモータ110を駆動するための駆動制御装置120は、U相の固定子巻線Luに対応したU相駆動部U10と、V相の固定子巻線Lvに対応したV相駆動部V10と、W相の固定子巻線Lwに対応したW相駆動部W10と、直流電源B10と、制御部122と、を主として備えている。各駆動部U10、V10、W10は、直流電源B10の端子間に、それぞれ、並列に接続されている。また、駆動部U10と直流電源B10との間には、回路の安定化を図るためにノイズキラー用のコンデンサC10が接続されている。

【0006】各駆動部U10、V10、W10は、それぞれ、同一の構成となっている。代表して、U相駆動部U10の構成について説明する。U相駆動部U10は、直流電源B10の端子間に直列に接続されたダイオードD10及びトランジスタT10と、そのトランジスタT10に並列に接続されたダイオードD11と、同じく、直流電源B10の端子間に直列に接続されたトランジスタT11及びダイオードD12と、そのトランジスタT11に並列に接続されたダイオードD13と、で構成されている。そして、ダイオードD10とトランジスタT10との接続点には、リラクタン্সモータ110における固定子巻線Luの一端u1が接続されており、同じく、トランジスタT11とダイオードD12との接続点には、固定子巻線Luの他端u2が接続されている。なお、図9では、図を見やすくするために、それら接続線は省略されている。また、トランジスタT10、T11の各ベースには、制御部122からの制御線が接続されている。なお、V相駆動部V10、W相駆動部W10の構成については説明を省略する。

【0007】図9に示す駆動制御装置120では、制御部122が、各駆動部U10、V10、W10内の各々2つのトランジスタを制御して、各トランジスタをオン／オフさせることにより、リラクタン্সモータ110内の対応する固定子巻線の端子間に矩形の電圧を周期的に印加する。これにより、各固定子巻線に所望の電流を流して、リラクタン্সモータ110を回転駆動する。

【0008】なお、リラクタン্সモータではなく、同期モータを駆動するための駆動制御装置が、例えば、特開昭57-6592号公報などに開示されているが、かかる装置では、固定子巻線の端子間に一方向の電圧しか印加できないため、リラクタン্সモータの駆動には不向きであった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来のリラクタン্সモータの駆動制御装置120は、図9に示したように、スイッチング素子であるトランジスタが各駆動部毎に2つずつ必要である。各駆動部は、アクタン্সモータ110の各相の固定子巻線にそれぞれ対応して設けられているため、駆動部の数はリラクタン্সモータ110の相数と

一致している。従って、図9の例では、相数が3であるため、トランジスタは合計で6つ必要となり、装置全体のコストが高くなるという問題があった。また、駆動制御装置120とリラクタンスモータ110とをつなぐ接続線（図9では図示せず）も、各相の固定子巻線毎に2本ずつ必要であるため、図9の例では、合計6本必要となり、そのため、装置内の配線スペースが大きくなると共に、装置全体の重量も大きくなるという問題もあった。

【0010】従って、本発明の目的は、上記した従来技術の問題点を解決し、スイッチング素子の数を少なくすると共に、駆動制御装置とリラクタンスモータとをつなぐ接続線の数も少なくすることが可能なリラクタンスモータ駆動制御装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記した目的の少なくとも一部を達成するために、本発明の第1のリラクタンスモータ駆動制御装置は、固定子に3相以上の固定子巻線を備えたリラクタンスモータを駆動するためのリラクタンスモータ駆動制御装置であって、電源電圧として所定の直流電圧をプラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる直流電源と、各相の前記固定子巻線における第1の端子それぞれに接続される変換電圧出力端子と、前記直流電源のマイナス側端子と前記変換電圧出力端子との間に配置される第1の整流素子と、を備え、前記電源電圧から該電源電圧の k （但し、 $0 < k < 1$ ）倍の電圧を生成して前記変換電圧出力端子より出力し、各相の前記固定子巻線における前記第1の端子それぞれに印加する電圧変換手段と、各相の前記固定子巻線にそれぞれ対応すると共に、各々、前記直流電源のマイナス側端子にその一端が接続されるスイッチング素子と、該スイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のプラス側端子にその他端が接続される第2の整流素子と、を備え、前記スイッチング素子と前記第2の整流素子との接続点を、対応する前記固定子巻線における第2の端子に接続して成り、前記スイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第2の端子の電位を変化させ、前記固定子巻線に断続的に電流を流す複数の駆動手段と、複数の前記駆動手段における前記スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタンスモータの回転軸の回転角度に応じて制御することにより、前記リラクタンスモータを駆動させる制御手段と、を備えたことを要旨とする。

【0012】また、本発明の第2のリラクタンスモータ駆動制御装置は、固定子に3相以上の固定子巻線を備えたリラクタンスモータを駆動するためのリラクタンスモータ駆動制御装置であって、電源電圧として所定の直流電圧をプラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる直流電源と、各相の前記固定子巻線における第1の端

子それぞれに接続される変換電圧出力端子と、前記直流電源のプラス側端子と前記変換電圧出力端子との間に配置される第1の整流素子と、を備え、前記電源電圧から該電源電圧の k （但し、 $0 < k < 1$ ）倍の電圧を生成して前記変換電圧出力端子より出力し、各相の前記固定子巻線における前記第1の端子それぞれに印加する電圧変換手段と、各相の前記固定子巻線にそれぞれ対応すると共に、各々、前記直流電源のプラス側端子にその一端が接続されるスイッチング素子と、該スイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のマイナス側端子にその他端が接続される第2の整流素子と、を備え、前記スイッチング素子と前記第2の整流素子との接続点を、対応する前記固定子巻線における第2の端子に接続して成り、前記スイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第2の端子の電位を変化させ、前記固定子巻線に断続的に電流を流す複数の駆動手段と、複数の前記駆動手段における前記スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタンスモータの回転軸の回転角度に応じて制御することにより、前記リラクタンスモータを駆動させる制御手段と、を備えたことを要旨とする。

【0013】このように、本発明の第1または第2のリラクタンスモータ駆動制御装置では、電圧変換手段によって、電源電圧の k 倍の電圧が生成されて、変換電圧出力端子より、リラクタンスモータの各相の固定子巻線における第1の端子に、それぞれ共通に印加される。従って、各相の固定子巻線における第1の端子の電位は、電源電圧の k 倍の電圧にクランプされる。なお、第1の整流素子は、電圧変換手段において、生成される電圧を調整するために用いられる。一方、各相の固定子巻線における第2の端子は、対応する駆動手段におけるスイッチング素子と第2の整流素子との接続点に接続されており、そのスイッチング素子がオン／オフすることにより、第2の端子の電位を、直流電源のマイナス側端子の電位またはプラス側端子の電位に変化させる。

【0014】即ち、第1のリラクタンスモータ駆動制御装置では、スイッチング素子がオンすると、例えば、直流電源のマイナス側端子がアース電位であれば、固定子巻線における第2の端子の電位はアース電位に下がり、固定子巻線に第1の端子から第2の端子に向かって電流が流れる。その後、スイッチング素子がオフすると、固定子巻線に第1の端子から第2の端子に向かって流れていた電流は流出経路を断たれるが、固定子巻線の端子間に発生する逆起電力によって、固定子巻線における第2の端子の電位が直流電源のプラス側端子の電位、即ち、電源電圧まで上がると、第2の整流素子がオンして、固定子巻線に第1の端子から第2の端子に向かって流れていた電流は、新たな流出経路である第2の整流素子を介して流れる。しかし、第2の端子の電位が電源電圧となったことにより、固定子巻線に第1の端子から第2の端

子に向かって流れていた電流は急速に減少し、それにより、逆起電力も減少して、第2の整流素子がオフし、電流は流れなくなる。

【0015】また、第2のリラクタン্সモータ駆動制御装置では、スイッチング素子がオンすると、固定子巻線における第2の端子の電位は電源電圧まで上がり、固定子巻線に第2の端子から第1の端子に向かって電流が流れる。その後、スイッチング素子がオフすると、固定子巻線に第2の端子から第1の端子に向かって流れていた電流は、その流入経路を断たれるが、固定子巻線の端子間に発生する逆起電力によって、固定子巻線における第2の端子の電位が直流電源のマイナス側端子の電位、例えば、アース電位まで下がると、第2の整流素子がオンして、その固定子巻線に第2の端子から第1の端子に向かって流れていた電流は、新たな流入経路である第2の整流素子を介して流れる。しかし、第2の端子の電位がアース電位となったことにより、固定子巻線に第2の端子から第1の端子に向かって流れていた電流は急速に減少し、それにより、逆起電力も減少して、第2の整流素子がオフし、電流は流れなくなる。

【0016】第1または第2のリラクタン্সモータ駆動制御装置では、制御手段は、以上のような駆動を行なう各駆動手段について、各スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタン্সモータの回転軸の回転角度に応じて制御する。

【0017】従って、第1または第2のリラクタン্সモータ駆動制御装置によれば、各駆動部で用いられるスイッチング素子はそれぞれ1個であるため、リラクタン্সモータの相数が n である場合、合計 n 個で良い。従って、例えば、電圧変換手段において、スイッチング素子が1個必要であったとしても、装置全体で必要なスイッチング素子の総数は $(n+1)$ 個となり、前述した従来のリラクタン্সモータ駆動制御装置における $2n$ 個に比べ、 $(2n - (n+1)) = (n-1)$ 個のスイッチング素子数の低減が可能となり、装置全体のコストを低く抑えることができる。

【0018】また、第1または第2のリラクタン্সモータ駆動制御装置によれば、リアクタン্সモータの各相の固定子巻線における第2の端子は、対応する駆動手段におけるスイッチング素子と第2の整流素子の接続点に、それぞれ別々に接続されるため、これらをつなぐ接続線は、リラクタン্সモータの相の数だけ必要となるが、各相の固定子巻線における第1の端子には、それぞれ、電圧変換手段によって共通の電圧を印加すればよいので、これら固定子巻線における第1の端子と電圧変換手段とをつなぐ接続線は、共通で1本で済む。従って、リラクタン্সモータの相数が n である場合、リラクタン্সモータ駆動制御装置とリラクタン্সモータとをつなぐ接続線の総数は $(n+1)$ 本となり、前述した従来のリラクタン্সモータ駆動制御装置における $2n$ 本に比べ、 $(2n$

$-(n+1)) = (n-1)$ 本の接続線数の低減が可能となる。よって、装置内の配線スペースを小さくできると共に、装置全体の重量も小さくて済む。

【0019】また、第1または第2のリラクタン্সモータ駆動制御装置によれば、各駆動手段に用いられるスイッチング素子及び第2の整流素子や、電圧変換手段に用いられる各素子の耐電圧は、電源電圧に見合うものでよいため、部品の低コスト化、小型化、低ノイズ化を図ることができる。

10 【0020】また、第1または第2のリラクタン্সモータ駆動制御装置によれば、固定子巻線間に電圧が印加され、固定子巻線に電流が流れても、印加された電圧の正負が切り換わることにより、流れていた電流を急速に減少させることができるので、リラクタン্সモータの駆動を適切に行なうことができる。

20 【0021】本発明の第3のリラクタン্সモータ駆動制御装置は、固定子に3相以上の固定子巻線を備えたリラクタン্সモータを駆動するためのリラクタン্সモータ駆動制御装置であって、電源電圧として所定の直流電圧をプラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる直流電源と、前記直流電源のマイナス側端子にその一端が接続される第1のスイッチング素子と、該第1のスイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のプラス側端子にその他端が接続される第1の整流素子と、を備え、前記第1のスイッチング素子と前記第1の整流素子との接続点を、各相の前記固定子巻線における第1の端子それぞれに接続して成り、前記第1のスイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第1の端子の電位を変化させる第1の駆動手段と、各相の前記固定子巻線にそれぞれ対応すると共に、各々、前記直流電源のプラス側端子にその一端が接続される第2のスイッチング素子と、該第2のスイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のマイナス側端子にその他端が接続される第2の整流素子と、を備え、前記第2のスイッチング素子と前記第2の整流素子との接続点を、対応する前記固定子巻線における第2の端子に接続して成り、前記第2のスイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第2の端子の電位を変化させる複数の第2の駆動手段と、前記第1及び第2の駆動手段における前記スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタン্সモータの回転軸の回転角度に応じて制御することにより、各相の前記固定子巻線に順次断続的に電流を流して、前記リラクタン্সモータを駆動させる制御手段と、を備えたことを要旨とする。

40 【0022】また、本発明の第4のリラクタン্সモータ駆動制御装置は、固定子に3相以上の固定子巻線を備えたリラクタン্সモータを駆動するためのリラクタン্সモータ駆動制御装置であって、電源電圧として所定の直流電圧をプラス側端子とマイナス側端子との間に発生させ

る直流電源と、前記直流電源のプラス側端子にその一端が接続される第1のスイッチング素子と、該第1のスイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のマイナス側端子にその他端が接続される第1の整流素子と、を備え、前記第1のスイッチング素子と前記第1の整流素子との接続点を、各相の前記固定子巻線における第1の端子それぞれに接続して成り、前記第1のスイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第1の端子の電位を変化させる第1の駆動手段と、各相の前記固定子巻線にそれぞれ対応すると共に、各々、前記直流電源のマイナス側端子にその一端が接続される第2のスイッチング素子と、該第2のスイッチング素子の他端にその一端が接続され、前記直流電源のプラス側端子にその他端が接続される第2の整流素子と、を備え、前記第2のスイッチング素子と前記第2の整流素子との接続点を、対応する前記固定子巻線における第2の端子に接続して成り、前記第2のスイッチング素子がオン／オフすることにより、前記固定子巻線における第2の端子の電位を変化させる複数の第2の駆動手段と、前記第1及び第2の駆動手段における前記スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタン্সモータの回転軸の回転角度に応じて制御することにより、各相の前記固定子巻線に順次断続的に電流を流して、前記リラクタン্সモータを駆動させる制御手段と、を備えたこと要旨とする。

【0023】このように、本発明の第3のリラクタン্সモータ駆動制御装置では、各相の固定子巻線における第1の端子は、それぞれ共通して、第1の駆動手段における第1のスイッチング素子と第1の整流素子との接続点に接続されており、その第1のスイッチング素子がオン／オフすることにより、第1の端子の電位を直流電源のマイナス側の電位に変化させる。また、各相の固定子巻線における第2の端子は、対応する駆動手段における第2のスイッチング素子と第2の整流素子との接続点に接続されており、その第2のスイッチング素子がオン／オフすることにより、第2の端子の電位を、直流電源のプラス側端子の電位に変化させる。

【0024】即ち、第3のリラクタン্সモータ駆動制御装置では、第1及び第2のスイッチング素子が共にオンすると、例えば、直流電源のマイナス側端子がアース電位であれば、固定子巻線における第1の端子の電位はアース電位に下がり、第2の端子の電位は直流電源のプラス側端子の電位、即ち、電源電圧まで上がり、固定子巻線に第2の端子から第1の端子に向かって電流が流れる。その後、第1及び第2のスイッチング素子が共にオフすると、固定子巻線に第2の端子から第1の端子に向かって流れていた電流は、その流入経路と流出経路を断たれるが、固定子巻線の端子間に発生する逆起電力によって、固定子巻線における第1の端子の電位が電源電圧まで上がり、第2の端子の電位がアース電位まで下がる

と、第1及び第2の整流素子が共にオンして、固定子巻線に第2の端子から第1の端子に向かって流れていた電流は、新たな流入経路である第2の整流素子と新たな流出経路である第1の整流素子を介して流れる。しかし、第1の端子の電位が電源電圧となり、第2の端子の電位がアース電位となったことにより、固定子巻線に第2の端子から第1の端子に向かって流れていた電流は急速に減少し、それにより、逆起電力も減少して、第1及び第2の整流素子が共にオフし、電流は流れなくなる。

【0025】一方、第4のリラクタン্সモータ駆動制御装置でも、各相の固定子巻線における第1の端子は、それぞれ共通して、第1の駆動手段における第1のスイッチング素子と第1の整流素子との接続点に接続されており、その第1のスイッチング素子がオン／オフすることにより、第1の端子の電位を直流電源のプラス側の電位に変化させる。また、各相の固定子巻線における第2の端子は、対応する駆動手段における第2のスイッチング素子と第2の整流素子との接続点に接続されており、その第2のスイッチング素子がオン／オフすることにより、第2の端子の電位を、直流電源のマイナス側端子の電位に変化させる。

【0026】即ち、第4のリラクタン্সモータ駆動制御装置では、第1及び第2のスイッチング素子が共にオンすると、第1の端子の電位は直流電源のプラス側端子の電位、即ち、電源電圧まで上がり、例えば、直流電源のマイナス側端子がアース電位であれば、固定子巻線における第2の端子の電位はアース電位に下がり、固定子巻線に第1の端子から第2の端子に向かって電流が流れる。その後、第1及び第2のスイッチング素子が共にオフすると、固定子巻線に第1の端子から第2の端子に向かって流れていた電流は、その流入経路と流出経路を断たれるが、固定子巻線の端子間に発生する逆起電力によって、固定子巻線における第1の端子の電位がアース電位まで下がり、第2の端子の電位が電源電圧まで上がると、第1及び第2の整流素子が共にオンして、固定子巻線に第1の端子から第2の端子に向かって流れていた電流は、新たな流入経路である第1の整流素子と新たな流出経路である第2の整流素子を介して流れる。しかし、第1の端子の電位がアース電位となり、第2の端子の電位が電源電圧となったことにより、固定子巻線に第1の端子から第2の端子に向かって流れていた電流は急速に減少し、それにより、逆起電力も減少して、第1及び第2の整流素子がオフし、電流は流れなくなる。

【0027】第3または第4のリラクタン্সモータ駆動制御装置では、制御手段は、以上のような駆動を行なう各駆動手段について、各スイッチング素子のオン／オフを、それぞれ、前記リラクタン্সモータの回転軸の回転角度に応じて制御する。

【0028】従って、第3または第4のリラクタン্সモータ駆動制御装置によれば、第1の駆動部で用いられる

スイッチング素子は1個であり、第2の各駆動部で用いられるスイッチング素子もそれぞれ1個であるため、リラクタンスモータの相数が n である場合、装置全体に必要なスイッチング素子の総数は $(n+1)$ 個となり、前述した従来のリラクタンスモータ駆動制御装置における $2n$ 個に比べ、 $(2n - (n+1)) = (n-1)$ 個のスイッチング素子数の低減が可能となり、装置全体のコストを低く抑えることができる。

【0029】また、第3または第4のリラクタンスモータ駆動制御装置によれば、リアクタンスモータの各相の固定子巻線における第2の端子は、対応する第2の駆動手段における第2のスイッチング素子と第2の整流素子の接続点に、それぞれ別々に接続されるため、これらをつなぐ接続線は、リラクタンスモータの相の数だけ必要となるが、各相の固定子巻線における第1の端子は、第1の駆動手段における第1のスイッチング素子と第1の整流素子の接続点に、それぞれ共通して接続されるため、これら固定子巻線における第1の端子と第1の駆動手段とをつなぐ接続線は、共通で1本で済む。従って、リラクタンスモータの相数が n である場合、リラクタンスモータ駆動制御装置とリラクタンスモータとをつなぐ接続線の総数は $(n+1)$ 本となり、前述した従来のリラクタンスモータ駆動制御装置における $2n$ 本に比べ、 $(2n - (n+1)) = (n-1)$ 本の接続線数の低減が可能となる。よって、装置内の配線スペースを小さくできると共に、装置全体の重量も小さくて済む。

【0030】また、第3または第4のリラクタンスモータ駆動制御装置によれば、第1の駆動手段及び第2の各駆動手段に用いられるスイッチング素子及び整流素子の耐電圧は、電源電圧に見合うものでよいため、部品の低コスト化、小型化、低ノイズ化を図ることができる。

【0031】また、第3または第4のリラクタンスモータ駆動制御装置によれば、固定子巻線間に電圧が印加され、固定子巻線に電流が流れても、印加された電圧の正負が切り換わることにより、流れていた電流を急速に減少させることができるので、リラクタンスモータの駆動を適切に行なうことができる。

【0032】また、第3または第4のリラクタンスモータ駆動制御装置によれば、固定子巻線間に印加される電圧は正負で、電源電圧の2倍となるので、リアクタンスモータをより高い回転数まで回転させることができる。

【0033】本発明の第1ないし第4のリラクタンスモータ駆動制御装置において、前記スイッチング素子はトランジスタから成り、前記整流素子はダイオードから成ることが好ましい。

【0034】各素子をこのように構成することによって、部品の小型化が図れると共に、高信頼性を確保することができる。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施

例に基づいて説明する。図1は本発明の第1の実施例としてのリラクタンスモータ駆動制御装置の構成を示す回路図である。図1に示すリラクタンスモータ10は、図9に示したリアクタンスモータ110と同様に、3相のリラクタンスモータであって、固定子（図示せず）に、U相の固定子巻線 L_u とV相の固定子巻線 L_v とW相の固定子巻線 L_w をそれぞれ備えている。各固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の一端は、図9に示したリアクタンスモータ110とは異なり、互いに接続されている。

【0036】一方、このリラクタンスモータ10を駆動するための駆動制御装置20は、U相の固定子巻線 L_u に対応したU相駆動部U1と、V相の固定子巻線 L_v に対応したV相駆動部V1と、W相の固定子巻線 L_w に対応したW相駆動部W1と、直流電源B1と、制御部22と、DC-DCコンバータ24と、を主として備えている。各駆動部U1、V1、W1及びDC-DCコンバータ24は、直流電源B1の端子間に、それぞれ、並列に接続されている。また、駆動部U1とDC-DCコンバータ24との間には、回路の安定化を図るためにノイズキラー用のコンデンサC2が接続されている。

【0037】これらのうち、直流電源B1は、電源電圧 V_b として直流電圧を、プラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる回路である。なお、マイナス側の端子は接地（アース）されているものとする。DC-DCコンバータ24は、電源電圧 V_b の k （但し、 $0 < k < 1$ ）倍の電圧を生成する回路であって、直流電源B1のプラス側端子にその一端が接続されたトランジスタT3と、そのトランジスタT3に直列にその一端が接続され、他端が直流電源B1のマイナス側端子に接続されたダイオードD6と、トランジスタT3に並列に接続されたダイオードD7と、トランジスタT3及びダイオードD6の接続点と直流電源B1のマイナス側端子との間に直列に接続されたコイルL1及びコンデンサC1と、を備えており、一種のスイッチング・レギュレータ回路を構成している。そして、コイルL1とコンデンサC1との接続点は、リラクタンスモータ10における各固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の一端が共通に接続された接続点Nに接続されている。また、トランジスタT3のベースには、制御部22からの制御線が接続されている。

【0038】また、駆動部U1、V1、W1は、それぞれ、同一の構成となっている。代表して、U相駆動部U1の構成について説明する。U相駆動部U1は、直流電源B1の端子間に直列に接続されたダイオードD0及びトランジスタT0と、そのトランジスタT0に並列に接続されたダイオードD1と、で構成されており、これらのうち、トランジスタT0は直流電源B1のマイナス端子側（即ち、アース側）に、ダイオードD0はプラス端子側（即ち、電源電圧側）に、それぞれ、接続されている。そして、ダイオードD0とトランジスタT0との接続点は、リラクタンスモータ10における対応する固定

子巻線 L_u の、接続点 N とは反対側の端子 u_1 に接続されている。また、トランジスタ T_0 のベースには、制御部 22 からの制御線が接続されている。なお、 V 相駆動部 V_1 、 W 相駆動部 W_1 の構成については説明を省略する。

【0039】 それでは、本実施例の動作について説明する。直流電源 B_1 は、前述したとおり、電源電圧 V_b の直流電圧を、プラス側端子とマイナス側端子との間に発生させる。DC-DCコンバータ 24 では、トランジスタ T_3 をオン／オフすることによって、電源電圧である直流電圧を矩形電圧に変換し、その矩形電圧を電圧・電流平滑用のコイル L_1 及びコンデンサ C_1 によって平滑化して、コイル L_1 とコンデンサ C_1 との接続点に平滑化した電圧を出力する。具体的には、トランジスタ T_3 がオンすると、直流電源 B_1 からトランジスタ T_3 を介してコイル L_1 に電流が流れ、その電流はコンデンサ C_1 を介して直流電源 B_1 に戻る。しかし、トランジスタ T_3 がオフすると、コイル L_1 を流れていた電流はそのまま流れ続けようとするため、ダイオード D_6 がオンし、今度はコイル L_1 、コンデンサ C_1 、ダイオード D_6 のループ内を電流が環流することになる。トランジスタ T_3 のオン／オフによって、この動作が繰り返される。このとき、制御部 22 が、トランジスタ T_3 のオン／オフを制御し、そのスイッチングオンデューティをほぼ k とすることにより、コイル L_1 とコンデンサ C_1 との接続点には、電源電圧 V_b の k 倍の電圧が出力される。なお、ダイオード D_6 はこの生成される電圧を調整するために用いられる。

【0040】 以上によって、リラクタン্সモータ 10 における共通の接続点 N には電源電圧 V_b の k 倍の電圧が印加されるため、各固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の一端の電位は、電源電圧 V_b の k 倍の電圧にクランプされる。なお、負荷の急変等によりこの電圧が不安定になる場合は、DC-DCコンバータ 24 の出力電圧をフィードバックして、適切なデューティに制御すればよい。

【0041】 一方、駆動部 U_1 、 V_1 、 W_1 は、動作タイミングが異なるだけで、それぞれ、同一の動作を行っている。代表して、 U 相駆動部 U_1 の動作について説明する。

【0042】 図 2 は図 1 における駆動部内のトランジスタのオン／オフにより固定子巻線の端子間の電圧及び固定子巻線を通る電流がどのように変化するかを示す波形図である。図 2 において、(a) は U 相駆動部 U_1 内のトランジスタ T_0 のベース電圧 V_B を、(b) は対応する固定子巻線 L_u の端子間の電圧 V を、(c) は固定子巻線 L_u を流れる電流 I を、それぞれ示している。

【0043】 U 相駆動部 U_1 において、トランジスタ T_0 は、そのベース電圧 V_B が、図 2 (a) に示すように変化することによって、オン／オフする。前述したように、ダイオード D_0 とトランジスタ T_0 との接続点が、

リラクタン্সモータ 10 における固定子巻線 L_u の、共通の接続点 N とは反対側の端子 u_1 に接続されているため、トランジスタ T_0 がオンすると、その端子 u_1 の電位はアース電位に下がる。一方、リラクタン্সモータ 10 において、共通の接続点 N は、前述したように、DC-DCコンバータ 24 によって、常に、電源電圧 V_b の k 倍の電圧にクランプされている。従って、リラクタン্সモータ 10 における共通の接続点 N を電圧の基準（電圧ゼロ）とすると、固定子巻線 L_u の端子間の電圧（接続点 N から端子 u_1 を見た端子間の電圧） V は、固定子巻線 L_u の端子 u_1 の電位がアース電位に下がったことによって、図 2 (b) に示すように、 $-kV_b$ になる。これにより、固定子巻線 L_u には、図 2 (c) に示すように、接続点 N から端子 u_1 に向かって電流 I が流れる。なお、図 2 (c) では、接続点 N から端子 u_1 に向かう方向を、正としている。固定子巻線 L_u を流れた電流 I は、 U 相駆動部 U_1 のトランジスタ T_0 を介してアースに流れ、アースから DC-DCコンバータ 24 を介して再び固定子巻線 L_u の接続点 N に流れ込む。

【0044】 その後、トランジスタ T_0 がオフすると、固定子巻線 L_u からトランジスタ T_0 を介してアースに流れていた電流は、トランジスタ T_0 で、その流出経路を断たれるため、行き場を失う。しかし、このとき、固定子巻線 L_u は、内部に蓄えられた磁気エネルギーにより電流をそのまま流れ続けさせようとして、固定子巻線 L_u の端子間に逆起電力を発生させるため、固定子巻線 L_u の端子 u_1 の電位は急激に立ち上がり、その電位が直流電源 B_1 のプラス側端子の電位、即ち、電源電圧 V_b と等しくなると、ダイオード D_0 がオンして、行き場を失っていた電流は、新たな流出経路であるダイオード D_0 を介して流れるようになる。つまり、固定子巻線 L_u を流れた電流は、ダイオード D_0 を介して DC-DCコンバータ 24 に流れ、さらに、DC-DCコンバータ 24 から再び固定子巻線 L_u の接続点 N に流れ込む。このとき、固定子巻線 L_u の端子間の電圧 V は、固定子巻線 L_u の端子 u_1 の電位が電源電圧 V_b まで上がったことによって、図 2 (b) に示すように、 $(1-k)V_b$ になる。従って、固定子巻線 L_u の端子間の電圧 V がこのように $(1-k)V_b$ になったことにより、固定子巻線 L_u を流れていた電流 I は、図 2 (c) に示すように、急速に減少し、それにより、固定子巻線 L_u の端子間に発生していた逆起電力も減少して、ダイオード D_0 がオフし、電流 I は流れなくなる。

【0045】 このように、 U 相駆動部 U_1 におけるトランジスタ T_0 がオンすることによって、対応する固定子巻線 L_u の端子間の電圧 V は $-kV_b$ まで下がり、固定子巻線 L_u に電流 I を流すことができ、その後、トランジスタ T_0 がオフすることによって、固定子巻線 L_u の端子間の電圧 V は $(1-k)V_b$ まで上がり、固定子巻線 L_u に流れていた電流 I を急速に減少させ、流れなく

することができる。これにより、固定子巻線 L_u は、トランジスタ T_0 がオンすると、磁界を発生するが、トランジスタ T_0 がオフすると、その磁界の発生をいつまでも続けることなく直ちに止めることになるため、最適な回転磁界を発生することができる。また、前記係数 k は、電流の立上がり及び立下がりの速さを決める上で、適当な値に設定する。即ち、立上がりを速くしたい場合は、トランジスタがオンした時の固定子巻線の端子間に印加される正の電圧 kV_b を大きくするために、 k を 1 に近づけるとよい。逆に、立下がりを速くしたい場合は、トランジスタがオフした時の固定子巻線の端子間に印加される負の電圧 $-(1-k)V_b$ の電圧値 $(1-k)V_b$ を大きくするために、 k を 0 に近づけるとよい。

【0046】なお、前述したように、V相駆動部 V_1 及びW相駆動部 W_1 の動作は、U相駆動部 U_1 の動作と同一なので、説明は省略する。

【0047】一方、制御部 22 は、図示せざる回転角度センサからリラクタン্সモータ 10 の回転子（図示せず）の回転角度を検出し、その回転角度に応じて、各駆動部 U_1 、 V_1 、 W_1 における各トランジスタ T_0 、 T_1 、 T_2 のオン／オフを、適切なタイミングで制御する。例えば、リラクタン্সモータ 10 からの出力トルクが最も大きくなるようなタイミングや、または、リラクタン্সモータ 10 の運転効率が最も高くなるようなタイミングで制御する。図 3 に、そのような制御タイミングの一例を示す。

【0048】図 3 において、(a) は、U相駆動部 U_1 におけるトランジスタ T_0 のベース電圧 V_B と、U相の固定子巻線 L_u を流れる電流 I のタイミングを示し、(b) は、V相駆動部 V_1 におけるトランジスタ T_1 のベース電圧 V_B と、V相の固定子巻線 L_v を流れる電流 I のタイミングを示し、(c) は、W相駆動部 W_1 におけるトランジスタ T_2 のベース電圧 V_B と、W相の固定子巻線 L_w を流れる電流 I のタイミングを示している。また、図 3 において、横軸は、リラクタン্সモータ 10 の回転子（図示せず）の回転角度を示している。

【0049】図 3 では、回転子の回転角度が 60° [deg] 毎に、各トランジスタ T_0 、 T_1 、 T_2 が順次オンするように制御している。

【0050】こうして、制御部 22 が各トランジスタ T_0 、 T_1 、 T_2 のオン／オフを制御することによって、リラクタン্সモータ 10 における各固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w は回転磁界を発生するため、リラクタン্সモータ 10 の回転子は回転駆動されることになる。

【0051】以上説明したように、本実施例によれば、DC-DCコンバータ 24 を新たに設けているため、DC-DCコンバータ 24 で用いられるトランジスタが新たに 1 個必要となるが、各駆動部 U_1 、 V_1 、 W_1 で用いられるトランジスタはそれぞれ 1 個で良いため、装置

全体に必要なトランジスタの数は合計 4 個で済む。従って、図 9 に示した従来のリラクタン্সモータ駆動制御装置に比較して、装置全体のコストを低く抑えることができる。

【0052】また、本実施例によれば、リアクタン্সモータ 10 の各固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の一端は接続点 N で互いに接続され、DC-DCコンバータ 24 からは、電源電圧 V_b の k 倍の電圧がその接続点 N に印加されるため、これら固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の一端と DC-DCコンバータ 24 とをつなぐ接続線は、共通で 1 本で済む。従って、リラクタン্সモータ駆動制御装置とリラクタン্সモータとをつなぐ接続線は、合計 4 本で良いため、図 9 に示した従来のリラクタン্সモータ駆動制御装置に比較して、装置内の配線スペースを小さくできると共に、装置全体の重量も小さくて済む。

【0053】また、本実施例によれば、各駆動部 U_1 、 V_1 、 W_1 で用いられるトランジスタ及びダイオードや、DC-DCコンバータ 24 でトランジスタ、ダイオード、コイル及びコンデンサは、各々の耐電圧が電源電圧 V_b に見合うもので良いため、部品の低コスト化、小型化、低ノイズ化を図ることができる。

【0054】また、本実施例によれば、固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w の端子間に電圧 V が印加され、固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w に電流 I が流れても、印加された電圧 V の正負が切り換わることにより、流れていた電流 I を急速に減少させることができるので、最適な回転磁界を発生することができ、リラクタン্সモータの駆動を適切に行なうことができる。

【0055】さて、以上説明した第 1 の実施例においては、各駆動部 U_1 、 V_1 、 W_1 において、直流電源 B_1 の端子間に直列に接続されたダイオード及びトランジスタは、トランジスタが直流電源 B_1 のマイナス端子側（即ち、アース側）に、ダイオードがプラス端子側（即ち、電源電圧側）に、それぞれ、接続されていたが、これらトランジスタとダイオードの位置を入れ替えるようにしても良い。そこで、そのような各駆動部におけるトランジスタとダイオードの位置を入れ替えた実施例について、図 4 を用いて説明する。

【0056】図 4 は本発明の第 2 の実施例としてリラクタン্সモータ駆動制御装置の構成を示す回路図である。図 4 において、リラクタン্সモータ 10 を駆動するための駆動制御装置 21 は、U相の固定子巻線 L_u に対応したU相駆動部 U_2 と、V相の固定子巻線 L_v に対応したV相駆動部 V_2 と、W相の固定子巻線 L_w に対応したW相駆動部 W_2 と、直流電源 B_1 と、制御部 22 と、DC-DCコンバータ 26 と、を主として備えている。

【0057】これらのうち、駆動部 U_2 、 V_2 、 W_2 は、それぞれ、同一の構成となっている。そこで、代表して、U相駆動部 U_2 の構成について説明する。U相駆動部 U_2 は、直流電源 B_1 の端子間に直列に接続された

トランジスタT0及びダイオードD0と、そのトランジスタT0に並列に接続されたダイオードD1と、で構成されている。このうち、トランジスタT0が直流電源B1のプラス端子側（即ち、電源電圧側）に、ダイオードD0がマイナス端子側（即ち、アース側）に、それぞれ、接続されており、第1の実施例（図1）の場合と逆になっている。また、トランジスタT0とダイオードD0との接続点は、リラクタンスモータ10における対応する固定子巻線Luの端子u1に接続されている。また、トランジスタT0のベースには、制御部22からの制御線が接続されている。なお、V相駆動部V2、W相駆動部W2の構成については説明を省略する。

【0058】一方、DC-DCコンバータ26も、直流電源B1のマイナス側端子にその一端が接続されたトランジスタT3と、そのトランジスタT3に直列にその一端が接続され、他端が直流電源B1のプラス側端子に接続されたダイオードD6と、トランジスタT3に並列に接続されたダイオードD7と、トランジスタT3及びダイオードD6の接続点と直流電源B1のプラス側端子との間に直列に接続されたコイルL1及びコンデンサC1と、を備えており、トランジスタT3とダイオードD6とコンデンサC1が、第1の実施例（図1）の場合と逆に配置されている。

【0059】それでは、本実施例の動作について説明する。DC-DCコンバータ26は、第1の実施例におけるDC-DCコンバータ24と同様に、リラクタンスモータ10における共通の接続点Nに電源電圧Vbのk倍の電圧を印加して、各固定子巻線Lu、Lv、Lwの一端の電位を、電源電圧Vbのk倍の電圧にクランプする。DC-DCコンバータ26の具体的な動作は、素子の配置がDC-DCコンバータ24と逆になっているが、本質的にはDC-DCコンバータ24の動作と同様であるので、その説明は省略する。

【0060】次に、駆動部U2、V2、W2の動作について説明するが、駆動部U2、V2、W2は、動作タイミングが異なるだけで、それぞれ、同一の動作を行っているので、代表して、U相駆動部U2の動作について説明する。

【0061】U相駆動部U1において、トランジスタT0は、そのベース電圧VBが変化することによって、第1の実施例（図1）の場合と同様にオン／オフする。そこで、トランジスタT0がオンすると、リラクタンスモータ10における固定子巻線Luの端子u1の電位は電源電圧まで上がる。一方、リラクタンスモータ10において、共通の接続点Nは、前述したとおり、DC-DCコンバータ26によって、常に、電源電圧Vbのk倍の電圧にクランプされている。従って、リラクタンスモータ10における共通の接続点Nを電圧の基準（電圧ゼロ）とすると、固定子巻線Luの端子間の電圧（接続点Nから端子u1を見た端子間の電圧）Vは、固定子巻線

Luの端子u1の電位が電源電圧まで上がったことによって、 $(1-k)Vb$ になる。これにより、固定子巻線Luには、図1の場合とは逆方向に、端子u1から接続点Nに向かって電流Iが流れる。固定子巻線Luを流れた電流Iは、接続点NからDC-DCコンバータ26に流れ、さらに、DC-DCコンバータ26から再びトランジスタT0を介して固定子巻線Luの端子u1に流れ込む。

【0062】その後、トランジスタT0がオフすると、DC-DCコンバータ26からトランジスタT0を介して固定子巻線Luの端子u1に流れていた電流は、トランジスタT0で、その流入経路を断たれるため、供給が滞る。しかし、このとき、固定子巻線Luは、内部に蓄えられた磁気エネルギーにより電流をそのまま流れ続けさせようとして、固定子巻線Luの端子間に逆起電力を発生させるため、固定子巻線Luの端子u1の電位は急激に立ち下がり、その電位が直流電源B1のマイナス側端子の電位、即ち、アース電位と等しくなると、ダイオードD0がオンして、DC-DCコンバータ26から固定子巻線Luの端子u1に流れていた電流は、トランジスタT0を介する代わりに、新たな流入経路であるダイオードD0を介して流れるようになる。つまり、DC-DCコンバータ26からダイオードD0を介して固定子巻線Luの端子u1に流れ、固定子巻線Luを流れた電流は、接続点NからDC-DCコンバータ26に流れ込む。このとき、固定子巻線Luの端子間の電圧Vは、固定子巻線Luの端子u1の電位がアース電位まで下がったことによって、 $-kVb$ になる。従って、固定子巻線Luの端子間の電圧Vがこのように $-kVb$ になったことにより、固定子巻線Luを流れていた電流Iは急速に減少し、それにより、固定子巻線Luの端子間に発生していた逆起電力も減少して、ダイオードD0がオフし、電流Iは流れなくなる。

【0063】このように、U相駆動部U2におけるトランジスタT0がオンすることによって、図1の場合とは逆に、対応する固定子巻線Luの端子間の電圧Vは $(1-k)Vb$ まで上がり、固定子巻線Luに電流Iを流すことができ、その後、トランジスタT0がオフすることによって、固定子巻線Luの端子間の電圧Vは $-kVb$ まで下がり、固定子巻線Luに流れていた電流Iを急速に減少させ、流れなくすることができる。

【0064】なお、前述したように、V相駆動部V2及びW相駆動部W2の動作は、U相駆動部U2の動作と同一なので、説明は省略する。

【0065】以上のように、本実施例においては、各駆動部におけるトランジスタとダイオードの位置を、図4に示すように入れ替えたとしても、図1に示した第1の実施例と同様の効果を奏することができる。

【0066】次に、図5は本発明の第3の実施例としてのリラクタンスモータ駆動制御装置の構成を示す回路図

である。図5において、リラクタンスモータ10を駆動するための駆動制御装置30は、U相の固定子巻線L_uに対応したU相駆動部U2と、V相の固定子巻線L_vに対応したV相駆動部V2と、W相の固定子巻線L_wに対応したW相駆動部W2と、共通駆動部32と、直流電源B1と、制御部22と、を主として備えている。U相、V相、W相駆動部U2、V2、W2及び共通駆動部32は、直流電源B1の端子間に、それぞれ、並列に接続されている。また、U相駆動部U2と共通駆動部32との間には、回路の安定化を図るためにノイズキラー用のコンデンサC2が接続されている。

【0067】これらのうち、直流電源B1、U相、V相、W相駆動部U2、V2、W2及び制御部22の構成は、図4に示した第2の実施例の構成と同様であるので説明は省略する。

【0068】共通駆動部32は、直流電源B1の端子間に直列に接続されたダイオードD8及びトランジスタT4と、そのトランジスタT4に並列に接続されたダイオードD9と、で構成されており、これらのうち、トランジスタT4は直流電源B1のマイナス端子側（即ち、アース側）に、ダイオードD8はプラス端子側（即ち、電源電圧側）に、それぞれ、接続されている。そして、ダイオードD8とトランジスタT4との接続点は、リラクタンスモータ10における各固定子巻線L_u、L_v、L_wの一端が共通に接続された接続点Nに接続されている。また、トランジスタT4のベースには、制御部22からの制御線が接続されている。

【0069】それでは、本実施例の動作について説明する。共通駆動部32は、トランジスタT4がオン／オフすることによって、リラクタンスモータ10における固定子巻線の共通の接続点Nの電位を変化させる。また、U相、V相、W相駆動部U2、V2、W2は、動作タイミングが異なるだけで、それぞれ、同一の動作を行っているので、代表して、U相駆動部U2の動作について説明する。

【0070】図6は図5における共通駆動部32内のトランジスタとU相駆動部U2内のトランジスタのオン／オフにより固定子巻線L_uの端子間の電圧及び固定子巻線を通る電流がどのように変化するかを示す波形図である。図6において、（a）は共通駆動部32内のトランジスタT4のベース電圧V_Bを、（b）はU相駆動部U2内のトランジスタT0のベース電圧V_Bを、（c）は対応する固定子巻線L_uの端子間の電圧Vを、（d）は固定子巻線L_uを通る電流Iを、それぞれ示している。

【0071】共通駆動部32及びU相駆動部U2において、トランジスタT4とトランジスタT0は、各々のベース電圧V_Bが図6（a）、（b）に示すように変化することによって、ほぼ同じタイミングでオン／オフする。ダイオードD8とトランジスタT4との接続点は、

リラクタンスモータ10における共通の接続点Nに接続されており、ダイオードD0とトランジスタT0との接続点は、リラクタンスモータ10における固定子巻線L_uの、共通の接続点Nとは反対側の端子u1に接続されているため、トランジスタT4とトランジスタT0が共にオンすると、接続点Nの電位はアース電位に下がるが、端子u1の電位は反対に電源電圧まで上がる。従って、リラクタンスモータ10における共通の接続点Nを電圧の基準（電圧ゼロ）とすると、固定子巻線L_uの端子間の電圧（接続点Nから端子u1を見た端子間の電圧）Vは、図6（c）に示すようにV_bになる。これにより、固定子巻線L_uには、図6（d）に示すように、端子u1から接続点Nに向かって電流Iが流れる。なお、図6（d）では、端子u1から接続点Nに向かう方向を、正としている。固定子巻線L_uの接続点Nから流れ出た電流Iは、共通駆動部32のトランジスタT4を介して直流電源B1のマイナス側端子（アース）に流れる。そして、直流電源B1のプラス側端子から流れ出た電流は、U相駆動部U2におけるトランジスタT0を介して再び端子u1より固定子巻線L_uに流れ込む。

【0072】その後、トランジスタT4とトランジスタT0が共にオフすると、トランジスタT0から固定子巻線L_uを介してトランジスタT4へ流れていた電流は、トランジスタT0でその流入経路を断たれ、トランジスタT4でその流出経路を断たれる。しかし、このとき、固定子巻線L_uは、内部に蓄えられた磁気エネルギーにより電流をそのまま流れ続けさせようとして、固定子巻線L_uの端子間に逆起電力を発生させるため、固定子巻線L_uにおいて、接続点Nの電位は急速に立ち上がり、端子u1の電位は逆に急激に立ち下がる。そして、接続点Nの電位が直流電源B1のプラス側端子の電位、即ち、電源電圧V_bと等しくなると、ダイオードD8がオンし、トランジスタT4に代わる新たな流出経路が生まれ、一方、端子u1の電位がアース電位と等しくなると、ダイオードD0がオンし、トランジスタT0に代わる新たな流入経路が生まれる。従って、電流は、アースからダイオードD0を介して固定子巻線L_uに流れ、さらに、固定子巻線L_uからダイオードD8を介して直流電源B1のプラス側端子に流れるようになる。しかし、このとき、固定子巻線L_uの端子間の電圧Vは、固定子巻線L_uにおいて、接続点Nの電位が電源電圧V_bまで上がり、端子u1の電位がアース電位まで下がったことによって、図6（c）に示すように、-V_bになる。従って、固定子巻線L_uの端子間の電圧Vがこのように-V_bになったことにより、固定子巻線L_uを流れていた電流Iは、図6（d）に示すように、急速に減少し、それにより、固定子巻線L_uの端子間に発生していた逆起電力も減少して、ダイオードD8、D0が共にオフし、電流Iは流れなくなる。

【0073】このように、共通駆動部32におけるトラ

ンジスタT4とU相駆動部U2におけるトランジスタT0が共にオンすることによって、対応する固定子巻線Luの端子間の電圧VはVbまで上がり、固定子巻線Luに電流Iを流すことができ、その後、トランジスタT4とトランジスタT0が共にオフすることによって、固定子巻線Luの端子間の電圧Vは-Vbまで下がり、固定子巻線Luに流れていた電流Iを急速に減少させ、流れなくすることができる。これにより、固定子巻線Luは、トランジスタT4、T0が共にオンすると、磁界を発生するが、トランジスタT4、T0が共にオフすると、その磁界の発生をいつまでも続けることなく直ちに止めることになるため、最適な回転磁界を発生することができる。

【0074】なお、前述したように、V相駆動部V2及びW相駆動部W2の動作は、U相駆動部U2の動作と同一なので、説明は省略する。

【0075】一方、制御部22は、図示せざる回転角度センサからリラクタンスモータ10の回転子（図示せず）の回転角度を検出し、その回転角度に応じて、U相、V相、W相駆動部U2、V2、W2における各トランジスタT0、T1、T2のオン／オフを、適切なタイミングで制御する。例えば、リラクタンスモータ10からの出力トルクが最も大きくなるようなタイミングや、または、リラクタンスモータ10の運転効率が最も高くなるようなタイミングで制御する。また、同時に、制御部22は、共通駆動部32におけるトランジスタT4のオン／オフを、U相、V相、W相駆動部U2、V2、W2におけるトランジスタT0、T1、T2のオン／オフタイミングと同じタイミングで制御する。図7に、そのような制御タイミングの一例を示す。

【0076】図7において、(a)は、共通駆動部32におけるトランジスタT4のベース電圧VBを示し、

(b)は、U相駆動部U2におけるトランジスタT0のベース電圧VBと、U相の固定子巻線Luを流れる電流Iのタイミングを示し、(c)は、V相駆動部V2におけるトランジスタT1のベース電圧VBと、V相の固定子巻線Lvを流れる電流Iのタイミングを示し、(d)は、W相駆動部W2におけるトランジスタT2のベース電圧VBと、W相の固定子巻線Lwを流れる電流Iのタイミングを示している。また、図7において、横軸は、リラクタンスモータ10の回転子（図示せず）の回転角度を示している。

【0077】図7では、回転子の回転角度が60[deg]毎に、各トランジスタT0、T1、T2が順次オンするように制御しており、そして、それらオンタイミングと同じタイミングでトランジスタT4がオンするように制御している。

【0078】こうして、制御部22が各トランジスタT0、T1、T2、T4のオン／オフを制御することによって、リラクタンスモータ10における各固定子巻線L

u、Lv、Lwは回転磁界を発生するため、リラクタンスモータ10の回転子は回転駆動されることになる。

【0079】以上説明したように、本実施例によれば、U相、V相、W相駆動部U2、V2、W2及び共通駆動部32で用いられるトランジスタはそれぞれ1個で良いため、装置全体に必要なトランジスタの数は合計4個で済む。従って、図9に示した従来のリラクタンスモータ駆動制御装置に比較して、装置全体のコストを低く抑えることができる。

【0080】また、本実施例によれば、リアクタンスモータ10の各固定子巻線Lu、Lv、Lwの一端は接続点Nで互いに接続され、共通駆動部32はその共通の接続点Nの電位を変化させているため、これら固定子巻線Lu、Lv、Lwの一端と共通駆動部32とをつなぐ接続線は、共通で1本で済む。従って、リラクタンスモータ駆動制御装置とリラクタンスモータとをつなぐ接続線は、合計4本で良いため、図9に示した従来のリラクタンスモータ駆動制御装置に比較して、装置内の配線スペースを小さくできると共に、装置全体の重量も小さくて済む。

【0081】また、本実施例によれば、U相、V相、W相駆動部U2、V2、W2及び共通駆動部32で用いられるトランジスタ及びダイオードは、各々の耐電圧が電源電圧Vbに見合うもので良いため、部品の低コスト化、小型化、低ノイズ化を図ることができる。

【0082】また、本実施例によれば、固定子巻線Lu、Lv、Lwの端子間に電圧Vが印加され、固定子巻線Lu、Lv、Lwに電流Iが流れても、印加された電圧Vの正負が切り換わることにより、流れていた電流Iを急速に減少させることができるので、最適な回転磁界を発生することができ、リラクタンスモータの駆動を適切に行なうことができる。

【0083】さらに、本実施例によれば、固定子巻線Lu、Lv、Lwの端子間に印加される電圧Vは正負で、電源電圧Vbの2倍となるので、リアクタンスモータ10をより高い回転数まで回転させることができる。即ち、リアクタンスモータ10が回転すると、固定子巻線の両端には、発生する磁束の時間微分に比例した逆起電力が発生する。その逆起電力は、リアクタンスモータ10の回転速度が高くなればなるほど、大きくなる。しかし、その逆起電力が固定子巻線の端子間に印加される電圧Vを超えてしまうと、固定子巻線を流れる電流を維持できなくなる。従って、固定子巻線の端子間に印加される電圧Vはできる限り大きい方が、より大きな逆起電力に対応できるようになるため、リアクタンスモータ10をより高い回転数まで回転させることができるようになる。

【0084】さて、以上説明した第3の実施例において、U相、V相、W相駆動部U2、V2、W2は、直流電源B1の端子間に直列に接続されたダイオード及びト

ランジスタのうち、トランジスタが直流電源B1のプラス端子側（即ち、電源電圧側）に、ダイオードがマイナス端子側（即ち、アース側）に、それぞれ、接続されていたが、前述した実施例と同様に、これらトランジスタとダイオードの位置を入れ替えるようにしても良い。そのような実施例について、図8を用いて説明する。

【0085】図8は本発明の第4の実施例としてリラクタンスモータ駆動制御装置の構成を示す回路図である。図8において、リラクタンスモータ10を駆動するための駆動制御装置31は、U相の固定子巻線Luに対応したU相駆動部U1と、V相の固定子巻線Lvに対応したV相駆動部V1と、W相の固定子巻線Lwに対応したW相駆動部W1と、共通駆動部34と、直流電源B1と、制御部22と、を主として備えている。

【0086】これらのうち、U相、V相、W相駆動部U1、V1、W1の構成は、図1に示した第1の実施例の構成と同様であり、直流電源B1の端子間に直列に接続されたトランジスタ及びダイオードの位置が、図5に示したU相、V相、W相駆動部U2、V2、W2の場合と入れ替わっている。

【0087】共通駆動部34は、図5に示した共通駆動部32と同様に、直流電源B1の端子間に直列に接続されたダイオードD8及びトランジスタT4と、そのトランジスタT4に並列に接続されたダイオードD9と、で構成されている。しかし、このうち、トランジスタT4は直流電源B1のプラス端子側（即ち、電源電圧側）に、ダイオードD8はマイナス端子側（即ち、アース側）に、それぞれ、接続されており、第3の実施例（図5）の場合と逆になっている。そして、ダイオードD8とトランジスタT4との接続点は、リラクタンスモータ10における各固定子巻線Lu、Lv、Lwの一端が共通に接続された接続点Nに接続されている。また、トランジスタT4のベースには、制御部22からの制御線が接続されている。

【0088】それでは、本実施例の動作について説明する。共通駆動部34は、前述した共通駆動部32と同様に、トランジスタT4がオン／オフすることによって、リラクタンスモータ10における固定子巻線の共通の接続点Nの電位を変化させる。また、U相、V相、W相駆動部U1、V1、W1は、動作タイミングが異なるだけで、それぞれ、同一の動作を行なっているので、代表して、U相駆動部U1の動作について説明する。

【0089】共通駆動部34及びU相駆動部U1において、トランジスタT4とトランジスタT0は、各々のベース電圧VBがほぼ同じタイミングでオン／オフする。ダイオードD8とトランジスタT4との接続点は、リラクタンスモータ10における共通の接続点Nに接続されており、ダイオードD0とトランジスタT0との接続点は、リラクタンスモータ10における固定子巻線Luの、共通の接続点Nとは反対側の端子u1に接続されて

いるため、トランジスタT4とトランジスタT0が共にオンすると、第3の実施例の場合とは反対に、接続点Nの電位は電源電圧まで上がるが、端子u1の電位はアース電位に下がる。従って、リラクタンスモータ10における共通の接続点Nを電圧の基準（電圧ゼロ）とすると、固定子巻線Luの端子間の電圧（接続点Nから端子u1を見た端子間の電圧）Vは、 $-Vb$ になる。これにより、固定子巻線Luには、図5の場合とは逆方向に、接続点Nから端子u1に向かって電流Iが流れる。固定子巻線Luの端子u1から流れ出た電流Iは、U相駆動部U1のトランジスタT0を介して直流電源B1のマイナス側端子（アース）に流れる。そして、直流電源B1のプラス側端子から流れ出た電流は、共通駆動部34におけるトランジスタT4を介して再び接続点Nより固定子巻線Luに流れ込む。

【0090】その後、トランジスタT4とトランジスタT0が共にオフすると、トランジスタT4から固定子巻線Luを介してトランジスタT0へ流れていた電流は、トランジスタT4でその流入経路を断たれ、トランジスタT0でその流出経路を断たれる。しかし、このとき、固定子巻線Luは、内部に蓄えられた磁気エネルギーにより電流をそのまま流れ続けさせようとして、固定子巻線Luの端子間に逆起電力を発生させるため、固定子巻線Luにおいて、接続点Nの電位は急速に立ち下がり、端子u1の電位は逆に急激に立ち上がる。そして、接続点Nの電位が直流電源B1のマイナス側端子の電位、即ち、アース電位と等しくなると、ダイオードD8がオンし、トランジスタT4に代わる新たな流入経路が生まれ、一方、端子u1の電位が直流電源B1のプラス側端子の電位、即ち、電源電圧Vbと等しくなると、ダイオードD0がオンし、トランジスタT0に代わる新たな流出経路が生まれる。従って、電流は、アースからダイオードD8を介して固定子巻線Luに流れ、さらに、固定子巻線LuからダイオードD0を介して直流電源B1のプラス側端子に流れるようになる。しかし、このとき、固定子巻線Luの端子間の電圧Vは、固定子巻線Luにおいて、接続点Nの電位がアース電位まで下がり、端子u1の電位が電源電圧Vbまで上がったことによって、Vbになる。従って、固定子巻線Luの端子間の電圧VがこのようにVbになったことにより、固定子巻線Luを流れていた電流Iは、急速に減少し、それにより、固定子巻線Luの端子間に発生していた逆起電力も減少して、ダイオードD8、D0が共にオフし、電流Iは流れなくなる。

【0091】このように、共通駆動部34におけるトランジスタT4とU相駆動部U2におけるトランジスタT0が共にオンすることによって、対応する固定子巻線Luの端子間の電圧Vは、図5の場合と逆に $-Vb$ となつて、固定子巻線Luに電流Iを流すことができ、その後、トランジスタT4とトランジスタT0が共にオフす

ることによって、固定子巻線 L_u の端子間の電圧 V は V_b となって、固定子巻線 L_u に流れていた電流 I を急速に減少させ、流れなくすることができる。これにより、固定子巻線 L_u は、トランジスタ T_4 、 T_0 が共にオンすると、磁界を発生するが、トランジスタ T_4 、 T_0 が共にオフすると、その磁界の発生をいつまでも続けることなく直ちに止めることになるため、最適な回転磁界を発生することができる。

【0092】なお、前述したように、 V 相駆動部 V_1 及び W 相駆動部 W_1 の動作は、 U 相駆動部 U_1 の動作と同一なので、説明は省略する。

【0093】以上のように、本実施例においては、各駆動部におけるトランジスタとダイオードの位置を、図8に示すように入れ替えたとしても、図5に示した第3の実施例と同様の効果を奏することができる。

【0094】なお、本発明は上記した実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様にて実施することが可能である。

【0095】上記した各実施例では、リラクタンスモータとして3相のリラクタンスモータ10を用いたが、4相以上のリラクタンスモータを用いるようにしても良く、その場合には、それら増えた分の相に対応した駆動部を設ける必要がある。

【0096】また、上記した各実施例では、各駆動部内のスイッチング素子としてトランジスタを用い、整流素子としてダイオードを用いたが、その他周知の半導体素子に置き換えるようにしても良い。

【0097】また、上記した第1の実施例(図1)におけるDC-DCコンバータ24の構成も、第2の実施例(図4)におけるDC-DCコンバータ26の構成も、それぞれ、図示した構成に限るものではなく、0より高く電源電圧より低い電圧を生成できるものであれば、他の構成でも構わない。

【0098】また、上記した各実施例において、リラクタンスモータ10の固定子巻線 L_u 、 L_v 、 L_w に流れる電流を高精度に制御する必要がある場合には、各固定子巻線にそれぞれ電流センサを設け、それらにより検出された電流値を基に、制御部22が各駆動部内のトランジスタのオン/オフを適切なデューティに制御するようにすればよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例としてのリラクタンスモータ駆動制御装置の構成を示す回路図である。

【図2】図1における駆動部内のトランジスタのオン/オフにより固定子巻線の端子間の電圧及び固定子巻線に流れる電流がどのように変化するかを示す波形図であ

る。

【図3】図1における各駆動部内のトランジスタのオン/オフのタイミングとリラクタンスモータの固定子巻線に流れる電流のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図4】本発明の第2の実施例としてのリラクタンスモータ駆動制御装置の構成を示す回路図である。

【図5】本発明の第3の実施例としてのリラクタンスモータ駆動制御装置の構成を示す回路図である。

【図6】図5における共通駆動部32内のトランジスタと U 相駆動部 U_2 内のトランジスタのオン/オフにより固定子巻線 L_u の端子間の電圧及び固定子巻線に流れる電流がどのように変化するかを示す波形図である。

【図7】図5における各駆動部内のトランジスタのオン/オフのタイミングとリラクタンスモータの固定子巻線に流れる電流のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図8】本発明の第4の実施例としてのリラクタンスモータ駆動制御装置の構成を示す回路図である。

【図9】従来のリラクタンスモータ駆動制御装置の構成を示す回路図である。

【符号の説明】

U_1 、 U_2 、 $U_{10} \cdots U$ 相駆動部

V_1 、 V_2 、 $V_{10} \cdots V$ 相駆動部

W_1 、 W_2 、 $W_{10} \cdots W$ 相駆動部

10...リラクタンスモータ

20、21、30、31...駆動制御装置

22...制御部

24、26...DC-DCコンバータ

32、34...共通駆動部

110...リラクタンスモータ

120...駆動制御装置

122...制御部

B_1 、 $B_{10} \cdots$ 直流電源

C_1 、 C_2 、 $C_{10} \cdots$ コンデンサ

$D_0 \sim D_9 \cdots$ ダイオード

$D_{10} \sim D_{21} \cdots$ ダイオード

$I \cdots$ 電流

$L_1 \cdots$ コイル

$L_u \cdots$ 固定子巻線

$L_v \cdots$ 固定子巻線

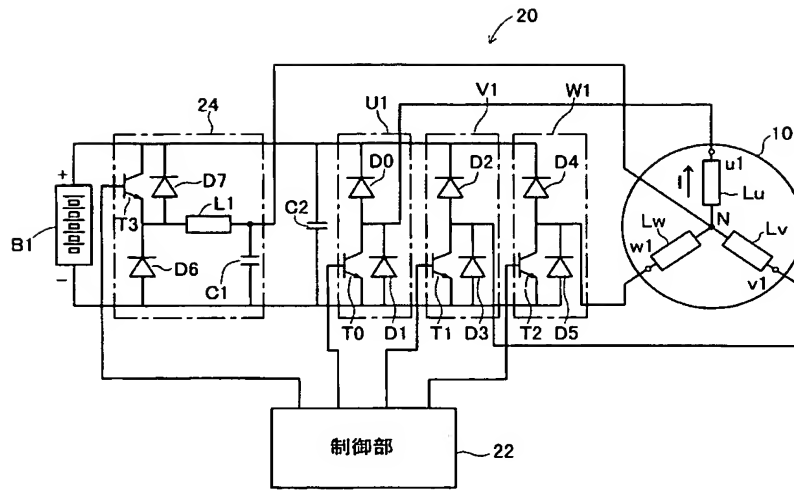
$L_w \cdots$ 固定子巻線

$N \cdots$ 共通の接続点

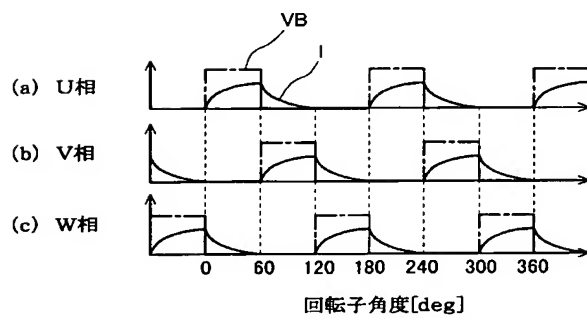
$T_0 \sim T_4 \cdots$ トランジスタ

$T_{10} \sim T_{15} \cdots$ トランジスタ

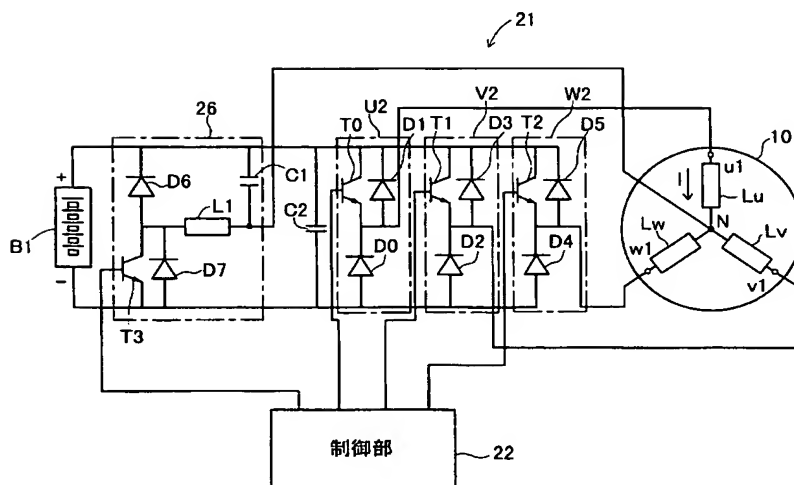
【図1】



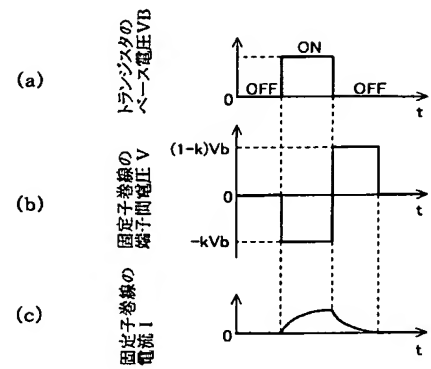
【図3】



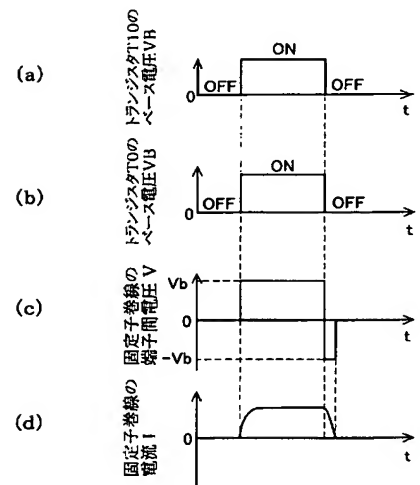
【図4】



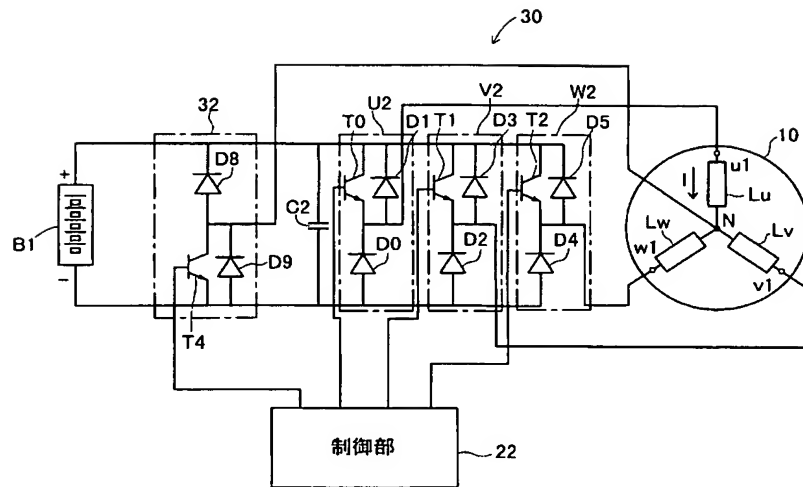
【図2】



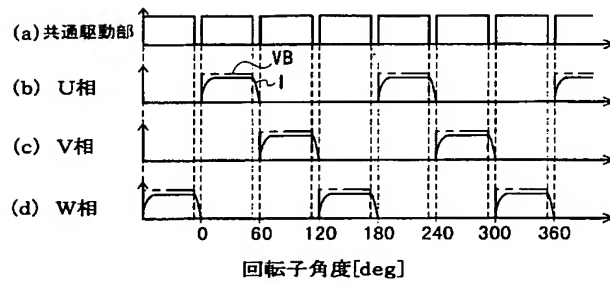
【図6】



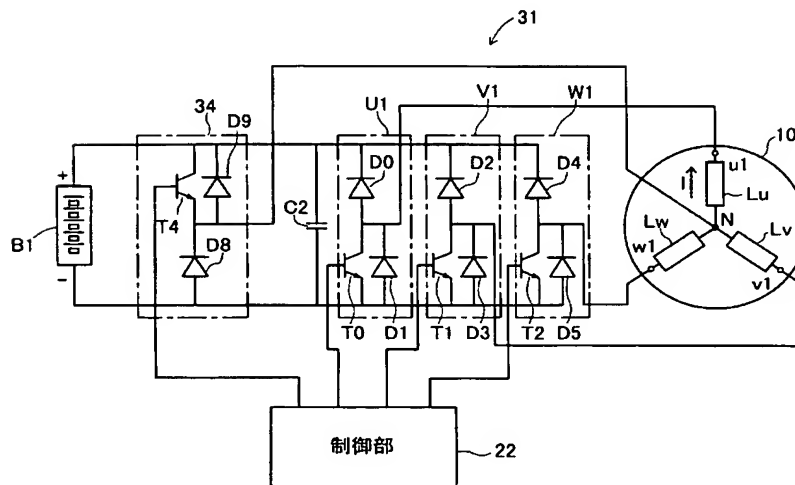
【図 5】



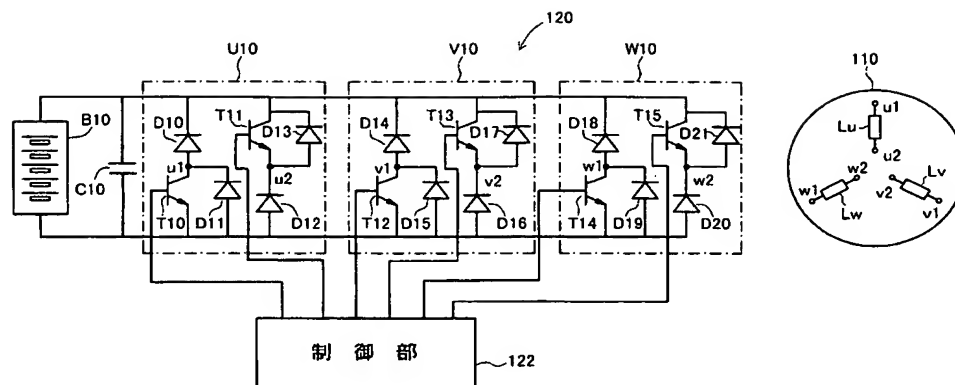
【図 7】



【図 8】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H550 BB10 CC02 DD09 GG05 GG06
 HB02 LL22 LL24
 5H560 BB04 BB05 BB07 BB18 DA14
 DC12 EB01 SS02 XA02 XA03